

# PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT DARI SUMBER YANG BERBEDA TERHADAP KINERJA CAMPURAN BERASPAL PORUS

**Atmy Verani Rouly Sihombing**

Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Bandung

Jln. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Jawa Barat 40559

atmyvera@polban.ac.id

## **Abstract**

Porous asphalt mixture is an asphalt mixture that uses open-graded aggregate, which is dominated by coarse aggregate. This mixture tends to be stiffer and more brittle. This research was conducted, to see the effect of aggregates originating from different areas on the performance of the porous asphalt mixture. The aggregates used in this study come from 2 different sources, namely Batujajar and Majalengka. This study shows that the use of aggregates from different areas provides different mixture performance. Although based on the stability, porosity, and permeability the porous asphalt mixture using Batujajar aggregate is superior to the mixture using Majalengka aggregate, the Cantabro Loss value of the mixture using Batujajar aggregate does not meet specifications.

**Keywords:** porous asphalt mixture; aggregate; stability; porosity; permeability; Cantabro Loss.

## **Abstrak**

Campuran beraspal porus merupakan campuran beraspal yang menggunakan agregat dengan gradasi terbuka, yang didominasi oleh agregat kasar. Campuran ini cenderung lebih kaku dan lebih rapuh. Penelitian ini dilakukan, untuk melihat pengaruh agregat yang berasal dari daerah yang berbeda terhadap kinerja campuran beraspal porus. Agregat yang digunakan pada studi ini berasal dari 2 sumber yang berbeda, yaitu Batujajar dan Majalengka. Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan agregat dari daerah yang berbeda memberikan kinerja campuran yang berbeda. Meskipun berdasarkan stabilitas, porositas, dan permeabilitas campuran beraspal porus yang menggunakan agregat Batujajar lebih unggul dibandingkan dengan campuran yang menggunakan agregat Majalengka, Cantabro Loss campuran yang menggunakan agregat Batujajar ternyata tidak memenuhi spesifikasi.

**Kata-kata kunci:** campuran beraspal porus; agregat; stabilitas; porositas; permeabilitas; Cantabro Loss.

## **PENDAHULUAN**

Campuran yang penggunaannya dikembangkan sebagai konstruksi *wearing course*, dengan menggunakan gradasi terbuka yang didominasi oleh agregat kasar, dikenal sebagai campuran beraspal porus. Penggunaan gradasi terbuka tersebut menghasilkan rongga yang cukup besar dalam campuran yang dihasilkannya. Dengan banyaknya rongga yang terbentuk, stabilitas menjadi lebih rendah dibandingkan dengan stabilitas campuran konvensional, sehingga memungkinkan air dapat langsung masuk ke dalam lapisan dan mengalir ke bagian sisi badan jalan, yang kemudian masuk ke saluran di sampingnya. Agar dalam proses pengaliran air pada perkerasan beraspal porus tidak terjadi rembesan hingga

mencapai lapisan pondasi, diperlukan lapisan yang kedap air di bagian bawah lapisan beraspal porous.

Kelebihan teknologi perkerasan beraspal porous ini adalah material dan metode yang digunakan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya polusi, karena mengurangi penggunaan sumber daya alam dan dapat meredam suara kendaraan bermotor yang melintas di atasnya. Karena itu, teknologi ini termasuk dalam teknologi campuran beraspal yang ramah lingkungan.

Sifat-sifat campuran beraspal porous ditentukan oleh bahan pengikat dan agregat, agar menghasilkan stabilitas yang baik. Pemilihan agregat merupakan proses yang tidak mudah, karena memengaruhi sifat-sifat campuran beraspal porous yang diinginkan.

Campuran beraspal porous mempunyai kekuatan atau stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran beraspal lain, karena komposisi campuran beraspal porous didominasi oleh agregat kasar, sehingga campuran beraspal porous cenderung kaku dan rapuh (Djumari dan Sarwono, 2009). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian untuk dapat melihat kinerja campuran beraspal porous yang menggunakan material dari sumber-sumber atau lokasi-lokasi yang berbeda, untuk mengetahui permeabilitas dan karakteristik Marshall campuran tersebut.

### Campuran Beraspal Porus

Campuran beraspal porous adalah campuran aspal dengan agregat halus yang rendah untuk mendapatkan nilai pori yang tinggi. Dengan nilai pori yang tinggi diharapkan campuran ini dapat mengalirkan air. Teknik perkerasan jalan seperti ini sangat inovatif, karena mudah meloloskan air masuk kedalam perkerasan secara vertikal maupun horizontal (Falderika, 2014). Campuran beraspal porous ini sangat baik dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas di jalan pada kondisi hujan, karena dapat mengurangi *hydroplaning* dan memiliki *skid resistance* yang baik, sehingga roda tidak mudah slip pada saat kecepatan tinggi, serta dapat mengurangi kebisingan dan kesilauan pada malam hari (Widyastuti et al., 2013).

**Tabel 1** Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Beraspal Porus

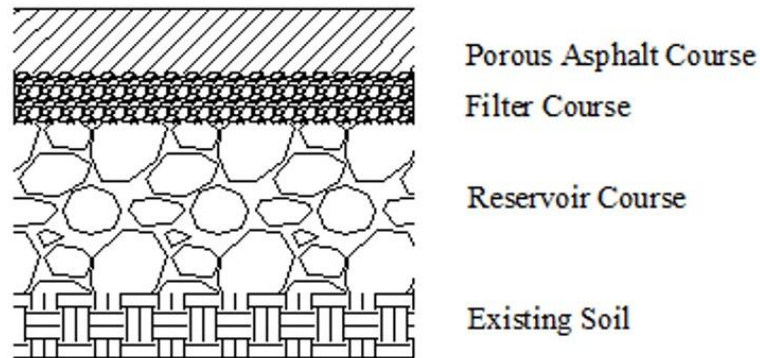
Sifat-Sifat Campuran		Persyaratan
Jumlah tumbukan per bidang	-	2 x 50
Run-off (%)	Maks	0,3
Porositas / Rongga dalam campuran, VIM (%)	Min	17
	Maks	23
Cantabro loss pada temperatur 25 °C (%)	Maks	20
Stabilitas Marshall (kg)	Min	350
Koefisien permeabilitas air (cm/detik)	Min	1 x 10 <sup>-2</sup>
Stabilitas sisa rendaman 24jam, 60 °C (%)	Min	75

Sumber: Pusjatan (2012)

Campuran beraspal porous adalah campuran beraspal panas terdiri atas agregat bergradasi kasar yang relatif seragam dengan bahan pengikat aspal yang dipadatkan, sehingga memiliki rongga sekitar 20%. Spesifikasi campuran beraspal porous didasarkan

pada Rancangan Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Aspal Porus (Pusjatan, 2012), seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Campuran beraspal porus digunakan untuk lapis permukaan dan dihamparkan di atas lapisan kedap air. Secara umum perkerasan beraspal porus terdiri atas 4 lapisan, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Struktur Campuran Beraspal Porus

Sifat campuran beraspal yang diinginkan dipengaruhi oleh volume lalu lintas yang akan dilayani oleh jalan yang menggunakan campuran tersebut, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2. Lalu lintas berat adalah volume lalu lintas yang lebih besar dari 1.000.000 SST (satuan sumbu tunggal) selama umur rencana jalan. Sedangkan lalu lintas sedang adalah volume lalu lintas yang nilainya antara 500.000 SST hingga 1.000.000 SST selama umur rencana jalan, dan lalu lintas ringan adalah volume lalu lintas yang kurang dari 500.000 SST selama umur rencana jalan.

**Tabel 2** Stabilitas dan Kelelahan Perkerasan Aspal Berdasarkan Volume Lalu Lintas

Sifat Campuran	Lalu Lintas Berat		Lalu Lintas Sedang		Lalu Lintas Ringan	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Stabilitas (kg)	550	-	450	-	350	-
Flow (mm)	2.0	4.0	2.0	4.5	2.0	5.0
MQ (kg/mm)	200	350	200	350	200	350

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (1987)

### Permeabilitas

Permeabilitas didefinisikan sebagai kondisi ketika gas atau benda cair mampu melewati medium yang porus atau kondisi medium untuk dapat mengalirkan air. Westerman (1999) memberikan formula empiris untuk memperkirakan besarnya nilai permeabilitas, yang mana permeabilitas merupakan fungsi ketebalan dan lubang udara. Hasil pengujian terhadap koefisien permeabilitas campuran beraspal porus dibagi menjadi 3 kategori, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Untuk menghitung permeabilitas digunakan persamaan:

$$k = (1,38 \times 10^{-7}) (3,92 V_a) (0,62 T) \quad (1)$$

dengan:

$k$  = Permeabilitas (cm/s)

$V^a$  = Rongga udara (*Void in Mix*, VIM)

$T$  = Ketebalan (cm).

**Tabel 3** Koefisien Permeabilitas Westerman

Kategori	Nilai Permeabilitas (cm/s)
Permeabilitas Tinggi	$0,1-1,0^{-4}$
Permeabilitas Rendah	$1,0^{-4}-1,0^{-6}$
Tidak Dapat Dialirkan	$1,0^{-6}-1,0^{-9}$

Sumber: Westerman (1999)

### Cantabro Loss

Pengujian Cantabro dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat suatu benda uji setelah dilakukan Uji Abrasi Los Angeles. Benda uji yang sudah dipadatkan, dengan jumlah tumbukan masing-masing 50 di kedua sisinya, didiamkan selama 48 jam pada temperatur ruang dan minimal 6 jam sebelum pengujian, temperatur harus dijaga agar berada pada temperatur ruang. Pengujian dilakukan dengan memasukkan benda uji pada mesin Los Angeles tanpa bola baja, kemudian menjalankan mesin dengan kecepatan (30-33) rpm hingga 300 putaran. Berat benda uji ditimbang pada kondisi sebelum dan sesudah diuji, untuk mendapatkan persentase kehilangan berat, yang dihitung dengan cara:

$$L = \frac{M_o - M_i}{M_o} \times 100 \quad (2)$$

dengan:

$M_o$  = Berat sebelum diuji (*gram*)

$M_i$  = Berat setelah diuji (*gram*)

$L$  = Kehilangan berat (%).

### METODE DAN MATERIAL YANG DIGUNAKAN

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Campuran beraspal porus, yang diproduksi dengan menggunakan agregat dengan gradasi yang memenuhi spesifikasi Bina Marga (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010)
- 2) Agregat yang digunakan adalah agregat lokal yang berasal dari Batujajar (B) dan dari Majalengka (M), Provinsi Jawa Barat.
- 3) Aspal yang digunakan adalah Aspal Pen 60/70 buatan PT Pertamina.

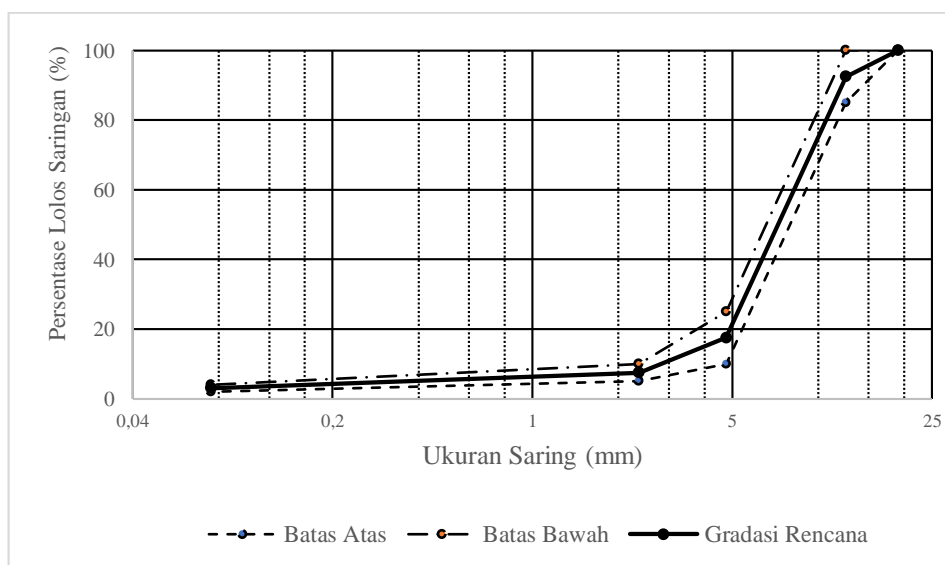
Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat-sifat agregat lokal yang berasal dari Batujajar (B) dan dari Majalengka (M) serta sifat dasar aspal. Material tersebut selanjutnya digunakan sebagai bahan dasar pembentukan campuran beraspal porus bergradasi terbuka

dengan kadar aspal bervariasi, berdasarkan perhitungan kadar aspal perkiraan (Pb). Dengan demikian diperoleh benda-benda uji yang menggunakan agregat yang berasal dari Batujajar (BI) benda-benda uji yang menggunakan agregat yang berasal dari Majalengka (MI). Untuk masing-masing jenis campuran dibuat 15 benda uji, untuk kemudian diuji volumetrik dan parameter marshall, sehingga diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO).

Dengan menggunakan KAO, dibuat 3 benda uji untuk setiap jenis campuran. Selanjutnya dilakukan uji permeabilitas dan uji Cantabro Loss terhadap benda-benda uji tersebut, sesuai prosedur yang berlaku untuk campuran beraspal porus (Pusjatan, 2012). Adapun kadar aspal perkiraan (Pb), yang diperlukan pada tahap awal pembuatan benda uji, adalah 4,980%, yang dibulatkan menjadi 5%.

Campuran beraspal porus dirancang dengan menentukan temperatur pencampuran dan temperatur pemadatannya, berdasarkan hubungan antara viskositas aspal dan temperatur. Pada studi ini didapat temperatur pencampuran sebesar 155°C dan temperatur pemadatan sebesar 145°C.

Benda uji dibuat dengan cara mencampur agregat dalam kondisi panas dengan aspal pada temperatur pencampuran, dengan waktu pengadukan rata-rata (30–60) detik. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan marshall, dengan ukuran diameter 4 in dan tinggi 3 in. Selanjutnya, pada temperatur pemadatan benda uji ditumpuk di kedua sisinya 50 kali/sisi, karena campuran dimaksudkan untuk menghasilkan perkerasan yang melayani lalu lintas rendah (Departemen Pekerjaan Umum, 1991). Benda uji yang telah dibuat selanjutnya diuji marshall untuk kemudian didapatkan nilai KAO, berdasarkan stabilitas marshall dan porositas. Pada kondisi KAO, masing-masing jenis campuran diuji permeabilitasnya menggunakan alat *water permeability test*, berdasarkan standar ASTM D4491/D4491M dan pengujian *Cantabro Loss* menggunakan mesin Los Angeles, berdasarkan standar ASTM C-131. Rancangan gradasi untuk campuran beraspal porus ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Gradasi Agregat Campuran Beraspal Porus

## PEMBAHASAN

### Hasil Uji Agregat dan Aspal

Hasil pengujian agregat lokal Batujajar dan agregat lokal Majalengka disajikan pada Tabel 4, sedangkan hasil pengujian aspal ditunjukkan pada Tabel 5. Dapat diketahui bahwa seluruh sifat-sifat agregat dan aspal memenuhi standar spesifikasi untuk campuran beraspal porus, sehingga campuran beraspal porus dapat dibuat menggunakan agregat dan aspal tersebut.

**Tabel 4** Properties Agregat

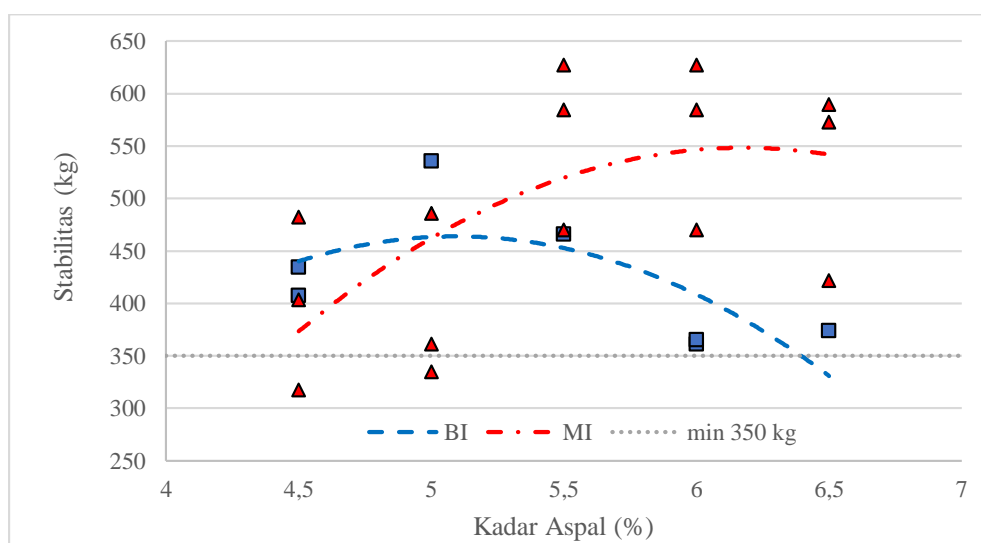
Pengujian	Metode Uji	Hasil Uji	
		Batujajar	Majalengka
Berat Jenis	ASTM C 127-84	2,72	2,59
Abrasi dengan Alat Los Angeles (%)	ASTM C 131-76	20,25	24,93
Penyerapan Air (Agregat Kasar) (%)	ASTM C 127-84	2,35	2,15

**Tabel 5** Karakteristik Aspal Pen 60/70

Sifat Aspal	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi
Penetrasi (25°C, 100g, 5 s)	0,1 mm	69	60-70
Daktilitas (10°C, 5 cm/menit)	cm	>140	≥ 100
Titik Lembek	°C	49	≥ 48
Viskositas (135°C)	Pa. s	413,8	≥ 300

### Stabilitas Marshall dan Porositas

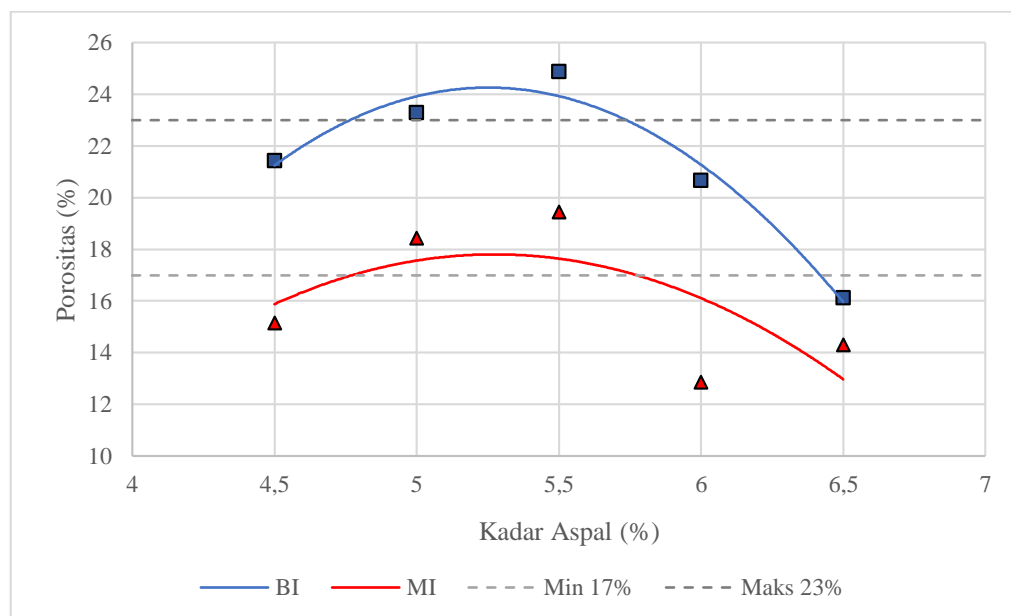
Salah satu parameter hasil uji Marshall adalah stabilitas, yang merupakan kemampuan benda uji campuran beraspal dalam menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis, yang dinyatakan dalam satuan beban. Hasil uji stabilitas Marshall untuk setiap jenis campuran dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Stabilitas Marshall

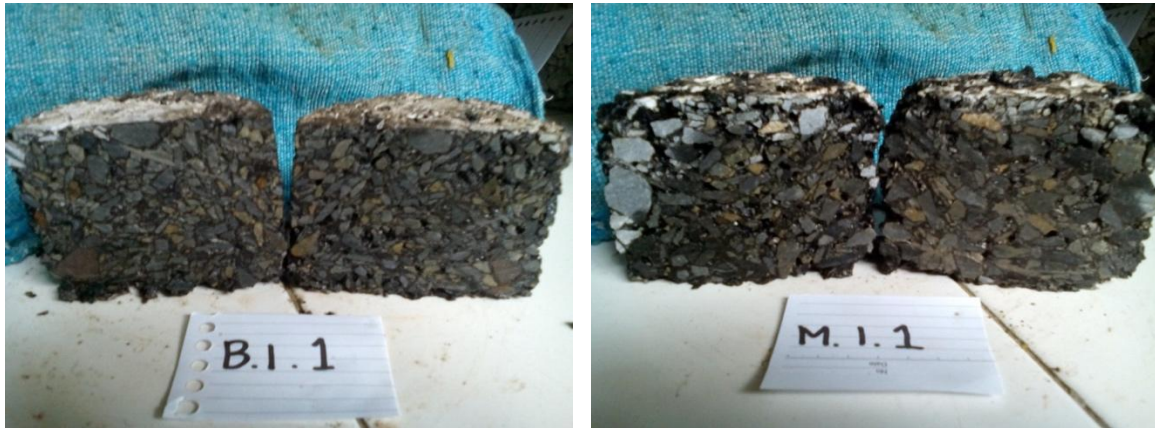
Jika dibandingkan antara kedua jenis campuran, berdasarkan hasil uji stabilitas Marshall, dapat diketahui bahwa stabilitas MI lebih tinggi dibandingkan dengan stabilitas BI. Pada rentang kadar aspal antara 4,5% hingga 6,5%, secara keseluruhan kedua jenis campuran memiliki stabilitas rata-rata di atas nilai stabilitas minimal yang disyaratkan untuk campuran beraspal porus, yaitu 350 kg.

Porositas campuran beraspal dapat diketahui berdasarkan hasil uji volumetrik, yaitu VIM (%), yaitu kadar pori atau rongga udara yang terdapat dalam suatu campuran. VIM ini merupakan faktor utama dalam campuran beraspal porus, karena pori-pori inilah yang membedakan campuran ini dengan campuran-campuran beraspal lain. Spesifikasi campuran beraspal porus menyatakan bahwa campuran beraspal porus harus mempunyai nilai VIM minimum sebesar 17% dan nilai VIM maksimum VIM sebesar 23% (Pusjatan, 2012). Secara keseluruhan, campuran BI memiliki porositas rata-rata lebih besar daripada campuran MI. Pada rentang kadar aspal 4,5% hingga 6,5%, campuran BI memiliki porositas yang lebih sesuai dengan spesifikasi dibandingkan dengan campuran MI.



**Gambar 4** Porositas/Void in Mix (VIM)

Dari hasil uji marshall, dengan parameter stabilitas dan porositas, didapat nilai KAO. Nilai KAO BI adalah 5,5% dan nilai KAO MI adalah 5,25%. Pada kondisi KAO, BI memiliki stabilitas sebesar 466,27 kg dan MI memiliki stabilitas sebesar 584,42 kg. Data porositas menunjukkan bahwa BI mempunyai porositas sebesar 25% dan MI mempunyai porositas sebesar 18%. Kondisi benda uji yang berhubungan dengan porositas ini dapat dilihat pada Gambar 5, yang menunjukkan bahwa campuran BI memiliki rongga dalam campuran yang lebih banyak dibandingkan dengan campuran MI.



**Gambar 5** Gambaran Rongga dalam Campuran BI dan MI

Berdasarkan hasil pengujian pada kondisi KAO dapat diketahui bahwa kedua campuran memiliki stabilitas di atas stabilitas minimum yang disyaratkan. Porositas campuran beraspal BI tidak memenuhi spesifikasi, sedangkan porositas campuran beraspal MI memenuhi spesifikasi. Terlihat bahwa penggunaan agregat yang berbeda, yang berasal dari sumber yang berbeda, memberikan kinerja yang berbeda pula.

### Permeabilitas

Permeabilitas yang dihitung pada studi ini dilakukan pada kondisi KAO. Nilai-nilai permeabilitas untuk BI dan MI disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Permeabilitas Campuran Beraspal Porus

Benda Uji	Tebal T (cm)	Porositas/VIM V <sup>a</sup> (%)	Koefisien Permeabilitas K (cm/s)	Keterangan
BI	7,68	23,00	$5,92 \times 10^{-5}$	Permeabilitas rendah
MI	7,33	18,42	$4,64 \times 10^{-5}$	Permeabilitas rendah

Terlihat bahwa campuran BI memiliki permeabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan campuran MI. Hasil ini sejalan dengan porositas yang diperoleh untuk kedua jenis benda uji, yang menunjukkan bahwa porositas campuran BI (25%) lebih besar daripada porositas campuran MI (18%). Ditinjau dari segi porositas, hasil ini menunjukkan bahwa agregat Batujajar lebih cocok digunakan sebagai material campuran beraspal porus dibandingkan dengan agregat Majalengka.

### Cantabro Loss

Parameter lain untuk mengetahui kinerja campuran beraspal porus adalah Cantabro Loss (CL). Semakin kecil nilai CL menunjukkan semakin tinggi ketahanan benda uji. Pada Tabel 7 ditunjukkan hasil analisis CL untuk masing-masing jenis campuran. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa campuran beraspal porus yang menggunakan agregat Majalengka (MI) memberikan nilai CL yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan agregat Batujajar.



**Tabel 7** Cantabro Loss Campuran Beraspal Porus

Jenis Campuran	Jumlah Benda Uji	CL (%)
BI	1	37,89
	2	39,40
	3	37,45
MI	1	28,26
	2	21,49
	3	20,45

Hal tersebut sejalan dengan VIM pada campuran MI yang lebih kecil dibandingkan dengan VIM pada campuran BI. Semakin besar nilai VIM pada suatu campuran beraspal, khususnya campuran beraspal porus, semakin kecil ketahanan campuran tersebut. Meski secara spesifikasi keduanya tidak memenuhi persyaratan CL, yaitu maksimum 20%, dapat dikatakan bahwa, berdasarkan ketahanannya, agregat Majalengka lebih baik untuk digunakan dalam campuran beraspal porus dibandingkan dengan agregat Batujajar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Campuran beraspal porus menghasilkan kinerja yang sesuai spesifikasi bila dirancang dengan seksama. Selain dari gradasi yang digunakan, pemilihan agregat menjadi suatu parameter yang penting.

Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan digunakannya agregat dari sumber yang berbeda, kinerja yang diperoleh berbeda pula. Meskipun berdasarkan stabilitas, porositas, dan permeabilitas campuran beraspal porus yang menggunakan agregat Batujajar (BI) lebih unggul dibandingkan dengan campuran yang menggunakan agregat Majalengka (MI), Cantabro Loss campuran yang menggunakan agregat Batujajar ternyata tidak memenuhi spesifikasi. Karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan, dengan menggunakan agregat dari sumber yang sama, tetapi menggunakan gradasi yang berbeda. Dengan demikian dapat diketahui pengaruh gradasi terhadap kinerja campuran beraspal porus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Laston untuk Jalan Raya SKBI 2.4.26.1987*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Metode Marshall*. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-2489-1991. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3. Seksi 6.3: Campuran Beraspal Panas*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Djumari dan Sarwono, D. 2009. *Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal dengan Metode Pemampatan Kering*. Media Teknik Sipil, IX: 9–14.

- Falderika. 2014. *Evaluasi Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Campuran beraspal porus dengan Bahan Tambah Buton Natural Asphalt (BNA)*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: Program Studi Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan). 2012. *Rancangan Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Campuran beraspal porus*. Bandung.
- Westerman, J.R. 1999. *AHTD's Experience with Superpave Pavement Permeability*. Arkansas Superpave Symposium. Little Rock, AR: Arkansas State Highway and Transportation Department.
- Widyastuti, S., Setyawan, A., dan Sumarsono, A. 2013. *Desain Aspal Porus Menggunakan Gravel Bergradasi Seragam yang Ramah Lingkungan*. Matriks Teknik Sipil, 1 (3): 192–198.